University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport *Research Paper*
Spring & Summer 2020, 8(15): 98-111
Received: Aug 2, 2018 Accepted: Oct 31, 2018

Effect of 8 weeks aerobic training along with two different intensities and iron supplementation on iron contents and aerobic capacity of female students

Roya Askari[1]*, Neda Badri[2], Amene Balavi[3]

1. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
2. Ph.D of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
3. Associate Professor Department of physical Education and Sport Sciences,Islamic Azad University, Susangerd Branch, Susangerd, Iran.

Abstract

Background and Aim: Iron deficiency (anemia) is one of the most common metabolic disorders and it can be considered as of most common nutritional deficiencies in women, which can have a significant effect on performance. The purpose of this study was to investigate the effect of 8 weeks of aerobic exercise along with two different intensities (65-75% of maximum heart rate & 80-90% of maximum heart rate) and iron supplementation on iron content of female students. **Materials and Methods:** In this study, 75 female students were selected voluntarily and randomly divided into 6 groups. group 1: high intensity exercise (80-90% of maximal heart rate) + supplement, group2: high intensity exercise (80-90% maximum heart rate) + placebo, group 3: moderate intensity exercise (65-75% maximum heart rate) + supplement, group 4: medium intensity exercise (65-75% maximum heart rate) + placebo, group 5: control + supplement, group 6: control + placebo. All subjects received fasting 12-14 hours before of the first exercise session and further after 8 weeks of blood sampling. Data were analyzed using two way ANOVA and Tukey post hoc test, at the significant level of $p<0.05$. **Results:** The statistical analysis showed that 8 weeks of aerobic training with two different intensities had no significant effect on iron, ferritin, TIBC, transferin, CBC and other blood indices. However high intensity exercise (80-90% of maximum heart rate) improved the level of VO_{2max} ($p=0.02$). **Conclusion**: According to the results of this study, only high intensity exercises can improve VO_{2max} without changing the iron reserves of female students

Keywords: High intensity and moderate aerobic training, Iron supplement, Aerobic capacity.

***Corresponding Author, Address: Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran;**
Email: r.askari@hsu.ac.ir **DOI: 10.22077/JPSBS.2018.1694.1427**

نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
بهار و تابستان ۱۳۹۹، دوره ۸، شماره ۱۵، ص ۱۱۱-۹۸
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۰۹
دانشگاه بیرجند

اثر ۸ هفته تمرینات هوازی با دو شدت متفاوت و مصرف مکمل آهن بر میزان ذخایر آهن و ظرفیت هوازی دختران دانشجو

رویا عسکری[1*]، ندا بدری[2]، آمنه بالوی[3]

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۲. دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۳. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوسنگرد، سوسنگرد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: فقر آهن (آنمی) از مهم‌ترین اختلالات متابولیک و از شایع‌ترین کمبودهای تغذیه‌ای در زنان به شمار می‌رود که می‌تواند تأثیر بسزایی بر عملکرد ورزشی داشته باشد. هدف تحقیق حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرینات هوازی با دو شدت متفاوت (۷۵-۶۵ درصد و ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) و مصرف مکمل آهن بر میزان ذخایر آهن دختران دانشجو بود. **روش تحقیق:** در این مطالعه ۷۵ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه حکیم سبزواری به طور داوطلبانه انتخاب و به صورت تصادفی در ۶ گروه شامل گروه اول: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه دوم: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه سوم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه چهارم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه پنجم: گروه کنترل + مکمل، گروه ششم: گروه کنترل + دارونما؛ تقسیم شدند. از تمامی آزمودنی‌ها به صورت ناشتا ۱۴-۱۲ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرینی و پس از ۸ هفته تمرین، خونگیری به عمل آمد. داده ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس دو سویه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی داری $p<۰/۰۵$ بررسی شدند. **یافته ها:** تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که ۸ هفته تمرینات هوازی با دو شدت متفاوت، اثر معنی داری بر ذخایر آهن، فریتین، ظرفیت کل اتصال به آهن (TIBC)، ترنسفرین (TSF)، شمارش کامل خون (CBC) و سایر شاخص‌های خونی ندارد ($p>۰/۰۵$)؛ در حالی که تمرینات با شدت ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه، سبب افزایش سطح حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) شد ($p=۰/۰۲$). **نتیجه گیری:** بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت که تنها تمرینات با شدت بالا می‌تواند سبب بهبود VO_{2max} شود، بدون آن که تغییری در ذخایر آهن دختران دانشجو ایجاد کند.

واژه های کلیدی: تمرین هوازی شدید و متوسط، مکمل آهن، ظرفیت هوازی.

* نویسنده مسئول، آدرس: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی؛
پست الکترونیک: r.askari@hsu.ac.ir
DOI: 10.22077/JPSBS.2018.1694.1427

مقدمه

آهن یکی از عناصر معدنی ضروری برای بدن به شمار می‌رود که به انتقال اکسیژن و فعال کردن آن، فرآیند سنتز هموگلوبین و میوگلوبین کمک می‌کند (دروسیو[1] و دیگران، ۲۰۰۴؛ پورکری[2] و دیگران، ۲۰۱۵). آهن همچنین موجب افزایش حداکثر اکسژن مصرفی و کاهش غلظت لاکتات خون می‌گردد که تأثیر بسزایی بر اجرای فعالیت‌های ورزشی داشته و می‌تواند خستگی عضلانی را به تاخیر اندازد (بروستریت[3] و دیگران، ۲۰۰۳). بر اساس مطالعات انجام شده، تمرینات سنگین و بعضی از شرایط تمرینی که بدن به حجم زیادی از خون برای گردش در توده عضلانی نیاز دارد، ممکن است در سیستم خونی و هماتولوژی ورزشکاران تغییراتی ایجاد کند (اسپودار یک[4]، ۲۰۰۲). در ورزشکاران آهن و به خصوص فریتین (پروتئین ذخیره کننده آهن)، به دلیل افزایش سنتز آهن، تخریب سلول‌های قرمز خون و از دست رفتن هموگلوبین در روده و کلیه، تغییر جذب روده، فعالیت طحال، افزایش دما، افزایش تعریق، و آسیب‌های مکانیکی حین تمرینات ورزشی؛ کاهش می‌یابد (همتی و علیجانی، ۲۰۰۷). کمبود آهن سبب کم خونی، کاهش در غلظت هموگلوبین، تعداد سلول های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت فریتین می‌گردد و در نهایت کمبود شدید آن، ظرفیت عضله اسکلتی را برای مصرف اکسیژن و تولید ATP کاهش می‌دهد؛ تغییراتی که خود می تواند مشکلات عمده‌ای را در رابطه با کاهش ظرفیت و توان هوازی ورزشکاران به دنبال داشته باشد (بیرد و توبین[5]، ۲۰۰۰؛ براون لی[6]، ۲۰۰۲). حتی در شدت متوسط تمرینات تمرین تداومی هوازی طی ۸ هفته، کاهش سطوح آهن، هماتوکریت و فریتین سرم در فوتبالیست های باشگاهی مشاهده شده است (علی کرمی و دیگران، ۲۰۱۷).

یکی از مهم ترین اختلالات متابولیک و شایع ترین اختلالات کمبودهای تغذیه‌ای در میان ورزشکاران به خصوص زنان، فقر آهن می‌باشد که در این شرایط ذخایر آهن تخلیه می شوند و تعادل بین آهن دریافتی و نیازمندی های آهن مختل می‌گردد (راینک[7] و دیگران، ۲۰۱۲). گفته می شود ۱۰ درصد تخلیه آهن در مردان ورزشکار و ۲۰ درصد تخلیه آهن در زنان ورزشکار رخ می دهد؛ اما مصرف مکمل آهن حتماً سبب افزایش عملکرد اجرایی آنها خواهد شد (شوماخر[8] و دیگران، ۲۰۰۲؛ روبرو[9] و دیگران ۲۰۱۸). همچنین اذعان شده است که مصرف مکمل آهن از تخلیه آهن در زنان والیبالیست جلوگیری نموده و سبب بهبود قدرت در آنها می شود (میلگوآیسو[10] و دیگران، ۲۰۱۵). همچنین به فراهمی زیستی آهن باید توجه نمود. هنگامی که بدن به آهن نیاز دارد، قدرت جذب بیشتری پیدا می‌کند. به عنوان مثال کودکان، زنان باردار و حتی افرادی که فقر آهن دارند در مقایسه با افراد سالم و بزرگسال، آهن بیشتری جذب می‌کنند (کارین و آمارس[11]، ۱۹۹۸). تحقیقات زیادی در زمینه تاثیر فعالیت ورزشی بر شاخص‌های هماتولوژیک در افراد سالم انجام شده است که نتایج آن ها بیانگر آن است که در افراد، این فعالیت‌ها منجر به کم خونی می‌شود (متلر[12] و دیگران، ۲۰۱۰). رمضان‌پور و کاظمی (۲۰۱۲) نیز کاهش معنی‌داری در سطح فریتین دختران دانش‌آموز پس از یک دوره تمرینی گزارش کرده اند. برخی از پژوهشگران معتقدند که تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می‌دهند (ولف[13] و دیگران، ۲۰۰۹). عمدتاً گزارش کمبود دریافت آهن، به ویژه در زنان ورزشکار در رشته‌های ژیمناستیک، نتبال، بسکتبال، هاکی و دو و میدانی مشاهده شده است (کشاورز، ۲۰۰۵). علت قرارگیری زنان در خطر بیشتر ابتلا به کمبود آهن، مصرف کمتر از حد مطلوب آهن و قاعدگی است که موجب می‌شود متغیرهای هموگلوبین و فریتین کاهش یابند (مک کلانگ[14] و دیگران، ۲۰۰۹). با توجه به نقش مهم آهن، توجه به عوامل اثرگذار در کلیه فرآیندهای زیست شیمی آن جدی به نظر می‌رسد و بدین سبب در بین ورزشکاران بحث آهن مورد توجه خاصی قرار می‌گیرد. درویسیو و دیگران (۲۰۰۴) نیاز به مکمل آهن را بر اساس تغییرات مشاهده شده در مقدار خون و شاخص های آهن سرم در طول انجام تمرین ورزشی مطرح کرده اند. آنان معتقدند کاهش زودگذر و ناپایدار در غلظت هموگلوبین به ویژه در زمان شروع تمرین برای ورزشکاران اتفاق می افتد؛ پدیده ای که اصطلاحا کم خونی ورزشی نامیده می‌شود. در این راستا برخی محققین ادعا کرده اند که مصرف مکمل آهن موجب افزایش هموگلوبین و کاهش فریتین بدنبال تمرینات

1. Deruisseau
2. Porcari
3. Brutsaert
4. Spodaryk
5. Beard & Tobino
6. Brownlie
7. Reinke
8. Schumacher
9. Rubeor
10. Mielgo-Ayuso
11. Carin & Amars
12. Mettler
13. Woolf
14. McClung

هـــوازی می‌شـود (مارتینـز[1] و دیـگران، ۲۰۰۲). برخـی گـزارش می‌دهند که مصرف مکمل در کنار تمرینات هوازی، تأثیری بر هموگلوبین خون ندارد (همتی و علیجانی، ۲۰۰۷)؛ در حالی که گزارش شده است مصرف مکمل ۱۰۰ میلی‌گرم فروسولفات در طول ۶ هفته فعالیت هوازی روی چرخ کارسنج، می‌تواند مانع از کاهش متغیرهای فریتین و هموگلوبین خون زنان شود (براون لی و دیگران، ۲۰۰۴). در تحقیق دیگری مصرف ۵۰ میلی‌گرم در روز مکمل آهن توسط زنان جوان ورزشکار، عامل وضعیت تعادل آهن معرفی شده است، در حالی که در شناگران بی اثر بوده است (برد و توبینو، ۲۰۰۰). همچنین مطالعه‌ای نشان داده است که ۶ هفته تمرین با شدت ۸۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه در زنانی که از مکمل آهن استفاده کرده‌اند، افزایش فریتین خون و کاهش گیرنده های ترانسفرین را ایجاد کرده است (هینتون[2] و دیگران، ۲۰۰۰). در مطالعه دیگری گزارش شده است که تمرینات هوازی با شدت ۸۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه همراه با مصرف مکمل آهن، تاثیری بر میزان هموگلوبین نداشته است (براون لی و دیگران، ۲۰۰۴). همچنین احمدی گودینی و دیگران (۲۰۱۷) تغییر معنی‌دار در میزان هموگلوبین و فریتین بعد از ۴ هفته تمرین استقامتی- مقاومتی و مصرف مکمل در دختران فعال مشاهده نکرده اند و این نتایج را به مکانیسم‌های هموستاز، دوز کم آهن و قاعدگی نسبت داده اند. به نظر می رسد هنوز برای مصرف مکمل آهن به ویژه در افرادی که دچار کم خونی نیستند و صرفاً فعالیت‌هایی با شدت بیشتر از فعالیت های معمول دارند، نظرات همسویی حاصل نشده است. محققین معتقدند که انجام تمرینات هوازی، اثرات بهینه‌ای بر کارآیی سیستم قلبی ـ عروقی، تنفسی و سایر ارگان‌های مهم بدن دارد. افزایش VO_{2max} یکی از اثرات مثبت و ارزندۀ این گونه تمرینات محسوب می‌شود (گائینی، ۲۰۰۸؛ بهرام و دیگران، ۲۰۱۵؛ میرزا آقاجانی و دیگران، ۲۰۱۵). معمولاً محققین در این امر اتفاق نظر دارند که تمرینات استقامتی سبب فقر آهن می‌شود. به ویژه تمریناتی که با شدت نزدیک به VO_{2max} اجرا می‌گردد، بیشترین اثر را در نقصان آهن ایجاد می‌کند (براون لی، ۲۰۰۲؛ لانداهی[3] و دیگران، ۲۰۰۵). بنابراین مهم است که ضمن کسب حداکثر فواید جسمانی ناشی از تمرینات هوازی، به شناسایی جنبه‌هایی از آن بپردازیم که اثرات مخربی بر فرآیندهای بیوزیستی عنصر مهم آهن نداشته باشد.

هزینه انرژی در فعالیت‌های جسمانی متغیر است. اما در هر صورت همه این واکنش‌ها که در نهایت برای بدن تأمین انرژی می‌کنند، عنصر آهن را به نوعی مورد استفاده قرار می‌دهند. شدت فعالیت های تمرینی به عنوان عاملی اثر گذار در جذب آهن معرفی شده و ممکن است تمرین با شدت بالا دو تا سه بار در هفته، افراد را مستعد آنمی نماید است (اسکارپنسکا[4] و دیگران، ۲۰۱۵). همچنین گفته می شود که انجام سه جلسه تمرین هوازی با شدت بالا، سبب افزایش هپسیدین[5] شده و این به مفهوم خطر بیشتر ابتلاء به کم خونی در هر دو گروه ورزشکاران زن و مرد می باشد (بور[6] و دیگران، ۲۰۱۸). به نظر می رسد در میان زنانی که در دوران‌هایی مثل قاعدگی، بارداری، زایمان و انجام فعالیت‌های سنگین به هزینه انرژی بیشتری نیاز داشته و علاوه بر آن، دفع آهن را نیز به طور طبیعی دارند؛ آگاهی از تفاوت اثرگذاری شدت تمرینات ورزشی مهم باشد. از طرفی هم بررسی اثربخشی مکمل‌ها در این دوره های خاص می‌تواند کمک بسزایی در پیشگیری از حالت‌های کم خونی و یا برطرف کردن نگرانی ناشی از انجام تمرینات ورزشی را در پی داشته باشد. لذا در مطالعات به طور واضح مشخص نیست که چه میزان از مکمل آهن همراه با چه شدت تمرینی می‌تواند اثرات متعادلی را به دنبال داشته باشد؟ به علاوه، مکمل‌های آهن نیز در مدت زمان طولانی قابل استفاده نمی‌باشند. محققین دریافته اند که مصرف مکمل آهن در کوتاه مدت اثر تعادلی در پی دارد، بدون آن که سبب عوارض احتمالی یا بر هم کنش با فلزات کمیاب دیگر مثل روی گردد (برک و دیکین[7]، ۲۰۰۰). این در حالی است که مصرف طولانی مدت این عنصر ممکن است سبب رسوب آن در اندام های حیاتی مثل کبد گردد و عوارض جانبی معدی - روده ای برجای گذارد؛ عوارضی که احتمالا بروز آن ها وابسته به دوز مصرفی می باشد (تولکین[8] و دیگران، ۲۰۱۵). امروزه مکمل آهن به عنوان یک مداخله بهداشت عمومی در مناطقی که کم خونی

1. Martínez
2. Hinton
3. Landahi
4. Skarpanska
5. Hepcidin
6. Bauer
7. Burke & Dickin
8. Tolkien

شیوع دارد، برای پیش گیری از فقر آهن توصیه می شود. البته مقادیر آن کمتر از ۳۰ تا ۶۰ گرم آهن یونی، معادل ۱۶۰ تا ۳۰۰ میلی گرم فروس سولفات هپتا هیدرات[1] است که برای فقر آهن تجویز می شود (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۵).

از آنجا که شیوع فقر آهن در زنان و دختران نوجوان ایرانی در دامنه ۳۸ تا ۴۰ درصد گزارش شده است (شیخ الاسلامی و دیگران، ۲۰۰۳)؛ این سوال پیش می آید که اولاً در شدت آستانه و فراتر از آن برای بهبود استقامت قلبی - عروقی، تفاوتی در خطرزایی احتمالی برای افت شاخص های مرتبط با ذخایر آهن رخ می‌دهد؟ و استفاده از دوز سالم مصرفی به صورت منقطع، چه تاثیری بر تغییرات محتمل خواهد داشت؟ با استفاده از اطلاعات گذشته‌نگر به نظر می‌رسد که برای شناخت مکانیسم هماهنگی شدت تمرینات هوازی با مکمل آهن و آگاهی از شرایط به وجود آمده در متغیرهای خونی مربوط به ذخایر آهن توسط شدت متداول در تمرینات ورزشی، انجام تحقیق حاضر بتواند برای جامعه ورزشی مفید باشد. بنابراین در پژوهش حاضر اثر دو دامنه شدت متفاوت از تمرینات هوازی یعنی ۷۵-۶۵ حداکثر ضربان قلب بیشینه، و ۹۰-۸۰ حداکثر ضربان قلب بیشینه بر تغییرات احتمالی ذخایر آهن مورد بررسی قرار گرفت تا یک از طرف به تفاوت‌های احتمالی مرز این دو دامنه بر عواملی مثل فریتین و هموگلوبین و سایر متغیرهای مورد نظر پرداخته شود و از سوی دیگر، تأثیر مصرف منقطع مکمل آهن در زمان‌های تمرین طی ۸ هفته، مورد بررسی قرار گیرد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر به شیوه نیمه‌تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون در سه حالت مکمل، دارونما و کنترل به صورت دوسویه کور انجام گرفت. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان دختر دانشگاه حکیم سبزواری بوده که از بین آنان ۷۵ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۶ گروه ۱۵ نفره قرار گرفتند. این تقسیم بندی شامل گروه اول: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه دوم: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه سوم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه چهارم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه پنجم: گروه کنترل + مکمل، و گروه ششم: گروه کنترل + دارونما می شود.

یکی از معیار ورود به تحقیق برخورداری از سلامت کامل بود که با تایید پزشک گروه صورت گرفت قرارگیری هموگلوبین خون در دامنه طبیعی (۱۵-۱۲ گرم بر دسی لیتر) از طریق آزمایش خون، مشخص گردید عدم انجام فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه قبل از شروع دوره تمرینی با پرسش نامه محقق ساخته بررسی شد. نهایتا دامنه سنی شرکت کنندگان ۲۵-۱۹ سال تعیین گردید. معیار خروج از تحقیق شامل آسیب دیدن حین تمرینات، عدم شرکت طی دو جلسه متوالی یا سه جلسه غیر متوالی و مشکلات شخص آزمودنی ها بود.

پروتکل تمرین هوازی با شدت ۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه: این تمرینات به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا شد. برنامه‌ها با ۱۰-۵ دقیقه گرم کردن شروع شد و در این مرحله از انواع دوها، حرکات کششی، نرمشی و جهشی استفاده گردید. پس از آن، دویدن مداوم با آهنگ ثابت و شدت ۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها اجرا گردید. زمان دویدن در هر جلسه ۲۰ دقیقه بود و در هر هفته بر شدت آن افزوده شد، به گونه ای که از هفته ششم به بعد، شدت تمرین در حد ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ثابت باقی ماند. ضربان قلب بیشینه از فرمول (سن - ۲۲۰) محاسبه شد. برای کنترل شدت تمرین هر ۴ دقیقه یکبار با استفاده از شمارش ضربان قلب در ناحیه کاروتید گردن که قبل از آن به آزمودنی‌ها آموزش داده شده بود، به مدت ۱۰ ثانیه شمارش شده و عدد حاصل در ۶ ضرب شد تا ضربان قلب در یک دقیقه بدست آید (فرامرزی و دیگران، ۲۰۱۳).

پروتکل تمرین هوازی با شدت ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه: در این گروه نیز مدت و زمان تمرین و چهارچوب تمرینات مانند گروه قبل بود با این تفاوت که شدت تمرینات در این گروه از ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته اول شروع و در دو هفته آخر به ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید (فرامرزی و دیگران، ۲۰۱۳).

1. Ferrous sulfate heptahydrate

نحوه مصرف مکمل آهن و دارونما: مکمل شامل کپسول آهن حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم ترکیب فروسولفات بود که ۲ ساعت بعد از مصرف شام به مدت ۴ روز در هفته‌های تمرینی استفاده گردید. به گروه دارونما، کپسول حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم نشاسته داده شد.

محاسبه حداکثر توان هوازی و درصد چربی: برای اندازه‌گیری حداکثر توان هوازی از آزمون میدانی کوپر استفاده گردید. بدین منظور، مسافت طی شده در طی ۱۲ دقیقه دویدن محاسبه شد و VO_{2max} با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (هی‌وارد[1]، ۲۰۰۵).

۴۴/۷۳ ÷ (۵۰۴/۹ - مسافت طی شده به متر) = حداکثر اکسیژن مصرفی

به منظور برآورد درصد چربی بدن، ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه ای در نواحی تحت کتفی، سه سر بازویی و سینه‌ای به وسیله کالیپر در سمت راست بدن بر حسب میلی‌متر اندازه گیری شد. سپس مجموع این سه نقطه در فرمول جکسون و پولاک[2] (۱۹۸۰) جهت محاسبه چگالی قرار داده شد. سپس با قرار دادن چگالی به دست آمده در فرمول، درصد چربی بدن برآورد شد (سیری و بروزک[3]، ۱۹۹۳).

(سن× ۰/۰۰۰۱۳۹۲) – (مجموع چین پوستی× ۰/۰۰۰۰۰۲۳) + (مجموع چین پوستی× ۰/۰۰۰۹۹۲۹)–۱/۰۹۹۴۲۱ = چگالی بدن

۱۰۰ × [۴/۵ – (چگالی بدن ÷ ۴/۹۵)] = درصد چربی بدن

سنجش متغیرهای بیوشیمیایی: به منظور اندازه‌گیری متغیرهای آهن سرم (Fe)، ظرفیت پیوندی کامل آهن (TIBC)، فریتین سرم (Fer)، شمارش سلول‌های خونی (CBC)، تعداد گلبول سفید (WBC)، تعداد گلبول قرمز (RBC)، هموگلوبین (Hb) و هماتوکریت (Hct)؛ خون‌گیری با شرایط مشابه متعاقب ۱۴-۱۲ ساعت ناشتایی در دو مرحله، ۴۸ ساعت پیش و پس از ۸ هفته تمرین صورت گرفت. برای همگنی قبل و بعد از فعالیت و به حداقل رساندن تاثیر پذیری شاخص های مد نظر از فعالیت‌های انجام گرفته؛ از شرکت کنندگان خواسته شد تا ۲ روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت جسمی شدیدی انجام ندهند. سیکل ماهانه آزمودنی‌ها، دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مرحله بعدی حتی الامکان این شرایط حفظ گردد. از آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته، از سیاهرگ دست راست حدود ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شد و به مدت ۱۰ دقیقه با سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰ دور در دقیقه، سرم آن‌ها جدا و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

روش آماری: برای تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از آمار توصیفی، برای بررسی همگن بودن گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس چند متغیره[4] و به منظور مقایسه هر یک از متغیرهای موجود در گروه‌های شش گانه از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه[5] استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن تفاوت ها، آزمون توکی[6] به کار گرفته شد. کلیه عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ به اجرا درآمد و سطح معنی‌داری فرضیه های آماری، $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

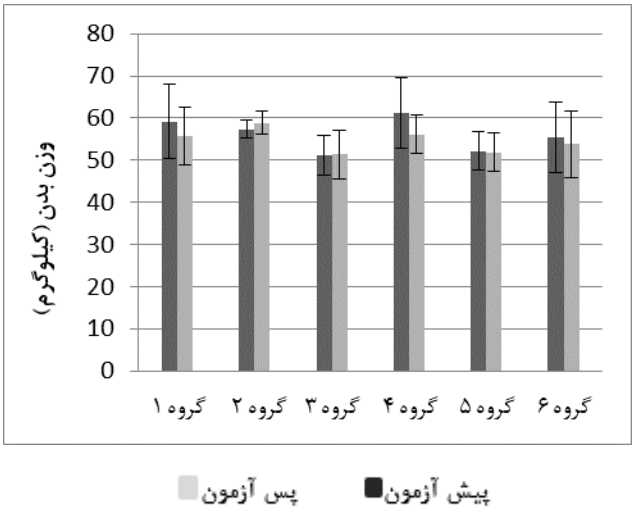
یافته‌ها

با توجه به توزیع طبیعی داده ها ($p>۰/۰۵$)، از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون (شکل ۱) نشان داد که بین وزن، درصد چربی و توده بدن آزمودنی‌ها در هر ۶ گروه مطالعه، تفاوت معنی‌داری ($p=۰/۱۰$) وجود ندارد (شکل های ۱، ۲ و ۳). در مورد شاخص VO_{2max}، تفاوت معنی‌داری ($p=۰/۰۲$، $F=۵/۷۳$) بین گروه های تمرین هوازی با شدت بالا + دارونما و کنترل + مکمل مشاهده شد (شکل ۴). آزمون تعقیبی توکی مشخص کرد؛ از پیش آزمون تا پس آزمون در گروه تمرین هوازی با شدت بالا همراه با مصرف دارونما نسبت به گروه تمرینات هوازی با شدت بالا همراه با مصرف آهن، VO_{2max} بهبود بیشتری پیدا کرده است ($p<۰/۰۵$). در کلیه شاخص‌های خونی اندازه گیری شده، پس انجام دو شیوه تمرینی با مصرف مکمل و دارونما، تغییر معنی داری ($p>۰/۰۵$) ایجاد نشد (شکل های ۵، ۶ و ۷).

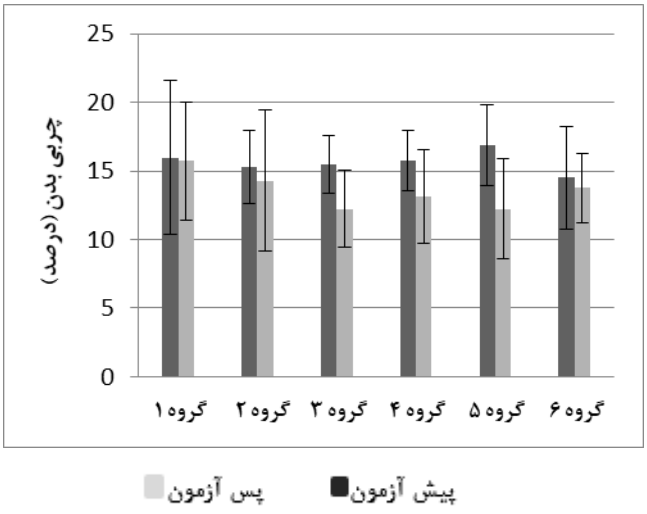
1. Heyward
2. Jackson & Pollock
3. Siri & Brozek
4. Multivariable analyze of variance
5. Two-way ANOVA
6. Tukey

جدول ۱. توصیف ویژگی‌های دموگرافیک گروه‌ها (میانگین ±انحراف استاندارد)

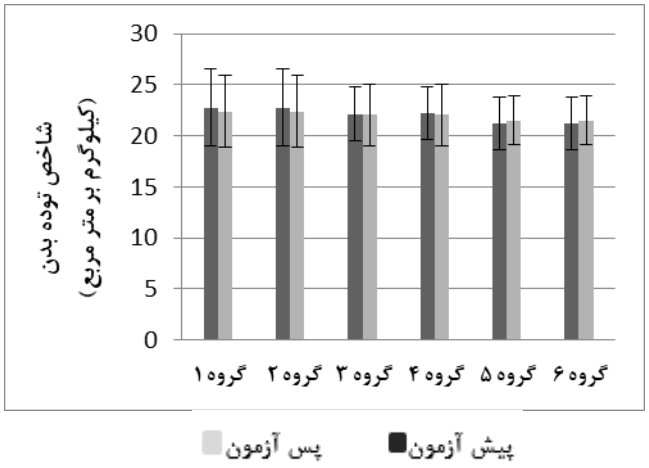
گروه‌ها/ متغیرها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
گروه ۱: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل	۲۰/۴۵±۱/۴۱	۱۶۰/۷۲±۴/۸۴	۵۸/۱۸±۱۰/۷۶
گروه ۲: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما	۲۱/۹۴±۱/۱۸	۱۵۸/۱۷±۳/۰۷	۵۹/۱۴±۸/۴۷
گروه ۳: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل	۲۲/۶۶±۱/۴۹	۱۵۹/۲۴±۴/۹۳	۵۵/۰۴±۸/۸۶
گروه ۴: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما	۲۱/۵۱±۱/۸۱	۱۶۱/۰۴±۳/۵۵	۵۷/۷۳±۹/۱۲
گروه ۵: گروه کنترل + مکمل	۲۰/۷۵±۱/۶۲	۱۶۱/۱۶±۴/۵۸	۵۶/۰۴±۱۰/۳۴
گروه ۶: گروه کنترل + دارونما	۲۲/۰۴±۱/۱۵	۱۵۹/۸۷±۳/۷۲	۵۸/۶۴±۹/۱۸



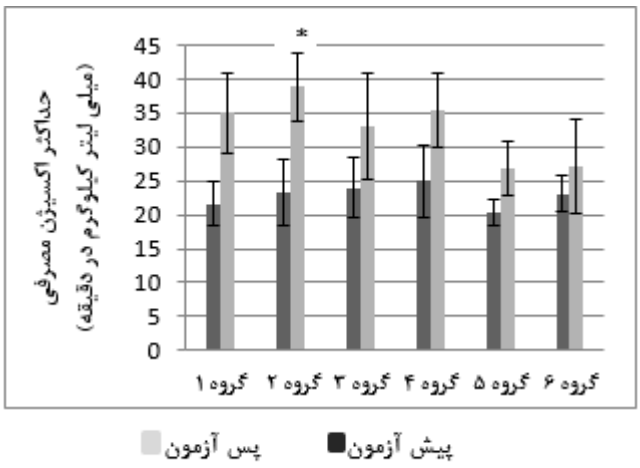
شکل ۱. تغییرات وزن بدن قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی



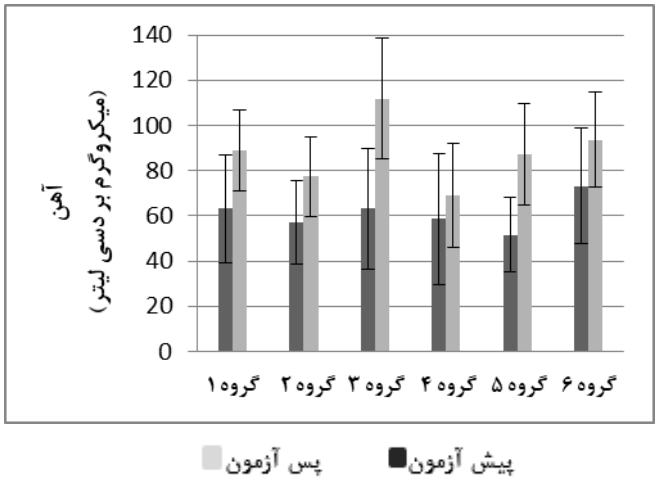
شکل ۲. تغییرات درصدچربی بدن قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی



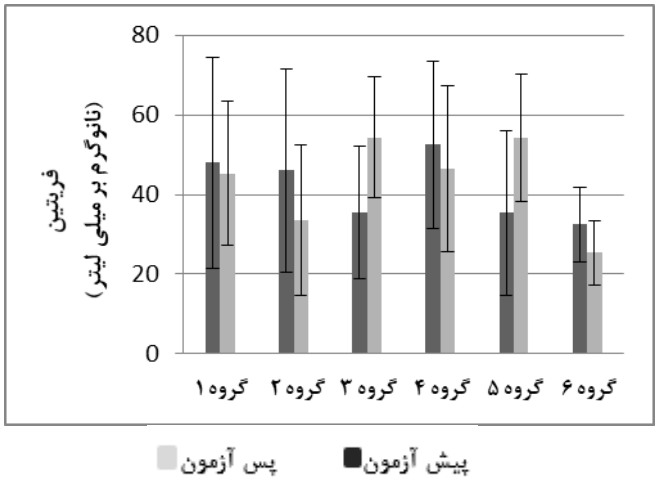
شکل ۳. تغییرات شاخص توده بدن قبل و بعد از هشت هفته مداخله تمرینی



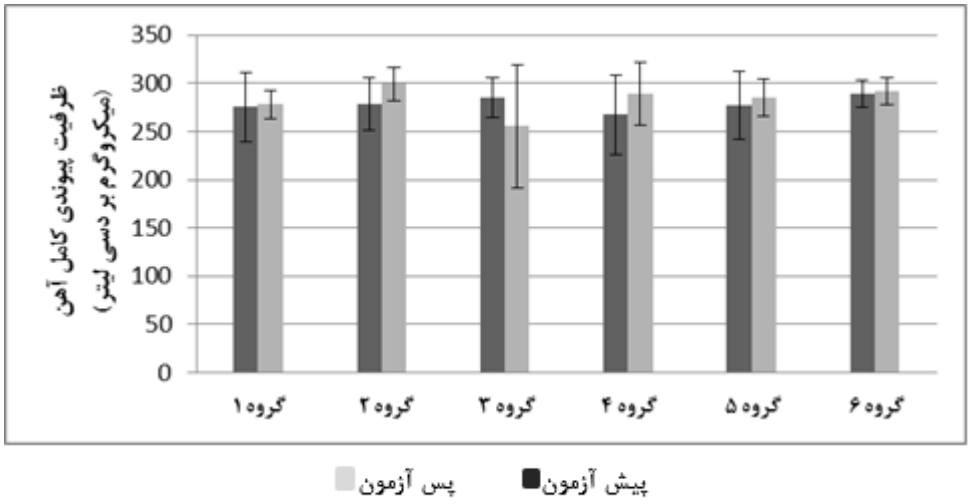
شکل ۴. تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی. *نشانه تفاوت معنی دار با گروه ۱ از پیش آزمون تا پس آزمون در سطح p<۰/۰۵.



شکل ۵. تغییرات آهن سرمی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی



شکل ۶. تغییرات فریتین سرمی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی



شکل ۷. تغییرات ظرفیت پیوندی کامل آهن سرمی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی

بحث

نتایج مطالعه حاضر هیچ‌گونه تغییر قابل ملاحظه‌ای را به دنبال ۸ هفتـه تمرین با دو شدت ۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در متغیرهای وابسته بررسی شده نشان نداد. همچنین مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات نیز تغییر قابل ملاحظه‌ای به همراه نداشت؛ تنها بهبود معنی دار VO_{2max} در گروه تمرین هوازی با شدت بالا و مصرف دارونما مشاهده شد.

در تحقیقی که دئوگینر و لورآل[1] (۲۰۰۱) انجام دادند نیز هیچ‌گونه تغییری را در میزان فریتین و سطوح اشباع فریتین دوچرخه سواران پس از مصرف مکمل آهن (۲۵/۵ گرم روزانه) مشاهده نکردند. محققین معتقد هستند که توصیه به مصرف آهن به دو دلیل انجام می‌شود: ۱) جلوگیری از گرفتگی های طولانی عضلانی به ویژه در مسابقات طولانی مدت؛ و ۲) ظهور سطوح پایین آهن در آزمایشات بیوشیمی خون افراد؛ این موضوع نمی‌توانـد خیلـی صحیـح باشد. همچنیـن بروستـریت و دیـگران (۲۰۰۳) به دنبال مصرف ۱۰ میلی‌گرم مکمل آهن، ۲ بار در هر هفته به مدت ۶ هفته تمرین، تفاوت معنی دار بین گروه‌ها مشاهده نکردند. ما نیز در این تحقیق به نتیجه مشابهی دست یافتیم. در تحقیق فوق الاشاره، در گروهی که مکمل آهن مصرف کرده بودند، پس از ۶ هفته وضعیت آهن بهبود یافت و افزایشی هم در انقباض ارادی بیشینه مشاهده شد؛ البته این افزایش ۶ دقیقه بعد از مصرف مشاهده شد و بعد از ۴۰ دقیقه کاهش یافت. آنچه در تحقیق بروستریت و دیگران (۲۰۰۳) جالب به نظر می‌رسد، اهمیت نقش زمان و خستگی است. در این تحقیق ارتباطی بین وضعیت آهن و ذخایر بافتی آن با خستگی مشاهده نشد، گرچه مقاومت کلی اجزای بدن به خستگی بهبود یافت. شاید بتوان گفت که میزان دفع آهن ناشی از تعرق آن‌قدر زیاد نیست که اختلالی در وضعیت ذخایر این عنصر در بدن ایجاد نماید. کما این که آزمایش‌های بیوشیمی خون نیز همیشه موید افت این ذخایر به دنبال تمرینات استقامتی نبوده اند.

به نظر می‌رسد مقاومت به خستگی می‌تواند بر اثر افزایش و بهبود VO_{2max} باشد که بر اثر تمرین حادث می‌شود. همان‌طوری که ما نیز در تمرین اعمال شده دریافتیم انجام تمرین استقامتی به دنبال ۸ هفته، بهبود قابل ملاحظه‌ای در VO_{2max} ایجاد کرد. این افزایش ظرفیت تنفسی است که علائم خستگی را با تاخیر مواجه می‌کند. از طرف دیگر، ناهمسو با نتایج حاضر، براون لی و دیگران (۲۰۰۴) دریافتند که دو تمرین با شدت پایین و بالا (۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۸۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) به همراه مصرف مکمل آهن (۵۰ میلی‌گرم فروسولفات) در زنان،

1. Deugnier & Loréal

۲ بار در هفته به مدت ۶ هفته؛ سبب بهبود غلظت هموگلوبین، هماتوکریت، VO_{2max} و نیز ظرفیت‌های تنفسی می شود. آنچه در این تحقیق جالب به نظر می‌رسد این است که در گروه بدون مکمل نیز بهبود شاخص‌های خونی دیده شد. در نتیجه می‌توان گفت که تمرین به تنهایی نیز تغییرات قابل ملاحظه‌ای را در شاخص‌های خونی ایجاد می کند. شاید اگر هورمون‌هایی که در تنظیم بیوشیمی خون اثرگذار هستند مانند اریتروپویتین تحت بررسی قرار گیرند، بتوان به اثرات احتمالی تمرین با شدت متوسط بر فرآیندهای خون‌سازی نیز تا حدودی پی برد. با دقت در نوع تحقیق‌های انجام شده و مقایسه با آنچه که ما انجام داده‌ایم، افرادی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند در مرز تحتانی طبیعی فاکتورهای خونی بوده‌اند، بدین معنا که هرچند مبتلا به آنمی نبوده‌اند، اما میزان و میانگین شاخص‌های مورد بررسی در آن‌ها در دامنه پایینی قرار داشته است؛ لذا شاید بتوان گفت که این عامل باعث تغییرات معنی دار شده است. چنانچه، هاس[1] و دیگران (۲۰۰۱) در تحقیق خود نشان داده اند که انجام تمرینات با شدت ۸۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم فروسولفات، ۶ روز در هفته؛ سبب تغییرات ذخایر آهن نمی شود؛ اما در گروه مکمل نسبت به ظرفیت‌های اولیه در SFR، TS و SFE افزایش؛ و در TFR کاهش مشاهده شد و در هر دو گروه VO_{2max} بهبود یافت. همانند تحقیق حاضر، این بهبود در گروه دارونما دال بر تطابق فیزیولوژیک با دوره تمرینی محسوب می‌شود.

هاس و دیگران (۲۰۰۱) بیان کرده اند که زنان با افزایش سطوح فعالیت خود ممکن است بتوانند از فواید مواد غذایی حاوی آهن جهت ارتقای تطابق‌های فیزیولوژیک بهره ببرند. آنها مطالعه‌ای در ارتباط با کمبود آهن و کاهش ظرفیت کاری انجام دادند و در نتایج خود مشاهده کردند که بین ظرفیت هوازی افراد و هموگلوبین رابطه وجود دارد. به لحاظ فیزیولوژیکی استقامت به فعالیت اکسیژن، ظرفیت اکسیداتیو (آنزیم‌های اکسیداتیو) و استفاده از آن در کار عضلانی وابسته است. هاس و دیگران (۲۰۰۱) تاکید دارند در افراد غیر آنمیک، کاهش ظرفیت اکسیداتیو، مکانیسم اصلی کاهش عملکرد می‌باشد. بنابراین ما دریافتیم با توجه به این که در میزان شاخص وزن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها تغییری ملاحظه نشد؛ ولی VO_{2max} آنان ارتقا یافت؛ تغییری که شاید بتوان آن را به افزایش ظرفیت استفاده اکسیژن در عضلات نسبت داد و به کارآیی بیشتر میوگلوبین عضلانی در نقش‌های متابولیسمی آنان توجه کرد. آنچه مد نظر ما بود، پی بردن به ضررهای احتمالی دفع آهن بر اثر فعالیت بدنی بود که خوشبختانه نتایج حاصل از تحقیق نشان داد انجام ۳۰ دقیقه تمرین منظم با ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۳ بار در هفته؛ ضمن ارتقای سطح VO_{2max} که یکی از شاخص‌های مطلوب استقامت قلبی- عروقی است، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در شاخص‌های خونی ایجاد نمی کند. آکاباس و دولینز[2] (۲۰۰۵) راجع به نیاز زنان فعال به ریزمغذی‌ها به ویژه آهن طی مطالعه ای بیان کرده اند آنچه که نیاز زنان به آهن را افزایش می‌دهد، تعریق، ادرار و همولیز داخلی سلول‌هاست که ممکن است بر اثر ورزش‌های استقامتی رخ دهد؛ همچنین تغییرات هموگلوبین و فریتین که با تغییرات حجمی پلاسما ایجاد می‌شود و اثری گذرا دارد را می توان اضافه کرد. آن ها معتقدند که بیشترین غلظت آهن در عرق در طی ۳۰ دقیقه اول تمرین رخ می‌دهد و میزان ۵/۷ درصد آهن روزانه یا ۱/۲ میلی گرم بر دسی لیتر با تمرین زنان در اولین ساعات روز از دست می‌رود. در این بین به ویژه میزان نیاز زنان دونده به آهن بیشتر می‌باشد (هینتون و دیگران، ۲۰۰۰). و استفاده از مکمل تنها برای کسانی که در سطوح پایین اولیه‌ای از شاخص‌های فریتین، آهن و اشباع ترانسفرین قرار دارند، تغییرات بهینه‌ای را در این شاخص‌ها به وجود می‌آورد؛ ولی در سایر افراد با سطوح میانگین طبیعی، تغییری ایجاد نمی شود. در آزمایش های کنترل شده، تاثیر سودمند مکمل آهن تنها در ورزشکاران آنمی ناشی از فقر آهن یا زنان ورزشکار و افراد غیرفعال با فریتین سرم پایین؛ دیده شده است. با توجه به زمان تمرین در تحقیق حاضر که انجام حداقل ۲۰ تا ۳۰ دقیقه دویدن با ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود، افت و خیز قابل توجهی را در ذخایر آهن این آزمودنی‌ها مشاهده نکردیم؛ بنابراین میزان دفع احتمالی آهن از طریق تعریق در ۳۰ دقیقه و توسط ضربات پا با تغذیه روزانه جایگزین شده است و این آزمودنی‌ها از تطابق فیزیولوژیکی لازم بهره برده‌اند.

ناهمسو با تحقیق حاضر، بیرد و توبین (۲۰۰۰) طی انجام مطالعات و تحقیق‌های خود عنوان نموده اند که مصرف ۳۹ میلی‌گرم آهن یا ۱۲۵ میلی‌گرم سولفات آهن، برای پیشگیری از

1. Hass
2. Akabas & Dolins

افت فریتین در شناگران مفید است. تحقیقات نشان از آن دارند که تعادل آهن تحت اثر شدت و مدت تمرین قرار می‌گیرد و از دست رفتن خون در ناحیه معده‌ای- روده‌ای پس از دویدن و هماتوری بر اثر ضربات پای دوندگان؛ از عوامل اصلی آن است. زنان ورزشکار ۲۰ درصد احتمال بالاتری در از دست دادن آهن نسبت به غیر ورزشکاران دارند. مطالعه حاضر تغییری در ذخایر آهن پس از یک دوره تمرین استقامتی نشان نداد و به نظر می‌رسد طبق گفته محققین، شاخص‌هایی چون افزایش حجم، شدت و مدت تمرین عوامل اثرگذار اصلی بر شاخص های خونی هستند. آنچه ذکر شد حاکی از این واقعیت است که در رشته‌های رقابتی و استقامتی، بیشتر شرایط آنمی ایجاد می‌شود (بیرد و توبین، ۲۰۰۰؛ هینتون و دیگران، ۲۰۰۰). البته افرادی که در سطوح پایین دامنه طبیعی شاخص‌های خونی قرار دارند، مستعدتر هستند و در روند انجام فعالیت‌های بدنی، کاهش بیشتری را در شاخص‌های ظرفیت آهن بروز می دهند.

از آنجا که در تحقیق حاضر هیچ‌گونه تغییری در شاخص‌های هماتولوژی و ذخیره آهن مشاهده نشد، ذکر چند نکته الزامی به نظر می‌رسد. با توجه به مرور تحقیق‌های پیشین، اثر شدت و حجم تمرین بر تغییرات شاخص‌های خونی مشخص نیست؛ اما آنچه که از مجموع نتایج بر می‌آید آن است که بر اثر یک دوره تمرین با دو شدت ۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه، تغییرات محدود کننده‌ای را مشاهده نکردیم. به این دلیل طی انجام ۳۰ دقیقه تمرین با شدت ۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه، بهبودی در VO_{2max} مشاهده نشد؛ می‌توان اذعان کرد که این شدت کفایت لازم را بر ارتقای ظرفیت هوازی آزمودنی‌ها ندارد؛ اما تمرینات منظم با شدت ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه، فشار لازم بر سیستم قلبی- عروقی و شرایط بهبودی VO_{2max} را ایجاد می کند. از طرف دیگر، شاخص‌های توده بدنی و درصد چربی هم تغییر معنی دار نداشتند، لذا این بهبودی را می‌توان به سایر تطابق‌های فیزیولوژیکی چون تعداد ضربان و حجم ضربه‌ای و احتمالاً برخی شاخص‌های بیوشیمیایی نسبت داد که ظرفیت اکسیداتیوی عضلات را بالا می‌برند. عدم تغییر وزن و توده چربی می‌تواند دال بر عدم کنترل شرایط تغذیه‌ای گروه‌ها باشد. نکته مهم دیگر این است که وجود شرایط متعادل تغذیه ای اثر نگران کننده‌ای در مورد ذخایر آهن را پدید نیاورد و چون مکمل هم اثری نداشته است، به نظر می‌رسد اگر در شرایط تغذیه‌ای، میزان ورودی مواد ذخایر آهن کافی باشد، نیازی به مصرف مکمل احساس نمی‌شود. با این حال به نظر می‌رسد گر چه ما نیز همانند سایر تحقیقات زنان، شرط غیر آنمی بودن را انتخاب کردیم، ولی یک مسئله را در بررسی‌های خود لحاظ نکرده‌ایم. میانگین اولیه‌ای را که از شاخص‌های خونی برگزیده‌ایم، در دامنه طبیعی قرار داشته‌اند و ما اثری را در مصرف مکمل در طول دوره تمرینی مشاهده نکردیم. در کل نتایج تحقیق حاضر دال بر آن است که این شدت تمرینی بر افرادی که در میانگین دامنه طبیعی قرار دارند، کفایت نمی‌کند و شاخص‌های هماتولوژی در دامنه طبیعی باقی می مانند؛ با این حال نمی‌توانیم این نظریه را در مورد همین افراد در حداقل دامنه طبیعی، به کار بریم. کلیه تحقیق‌هایی که زنان سالم غیر آنمیک در آنان بر اثر مصرف مکمل اثرات بهینه‌ای را در شاخص‌های خونی نشان داده‌اند، در حداقل دامنه طبیعی قرار داشته‌اند. بنابراین مطالعه ما بیان کننده این مساله است که افراد غیرآنمیک با میانگین طبیعی، اثرپذیری را در طی دوره تمرینی بر شاخص‌های خونی و همین طور مصرف مکمل نشان نمی‌دهند؛ ضمن این که ما ارتقا VO_{2max} را مشاهده کردیم. بنابراین استرس ناشی از این دوره تمرینی، یک استرس طبیعی در جهت ایجاد تغییرات بیولوژیک لازم برای افزایش ظرفیت قلبی – عروقی به حساب می آید.

نتیجه‌گیری: انجام تمرینات هوازی در دو دامنه شدت ۷۵-۶۵ و ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه ، ۳ روز در هفته، تاثیر منفی بر شاخص های خونی و ظرفیت آهن ندارد؛ و تنها شدت بالاتر تمرین می تواند سبب بهبود استقامت قلبی- عروقی در دختران دانشجو گردد. بنابراین احتمال دارد یک رژیم متعادل به لحاظ انرژی و تامین مواد مغذی همراه با فعالیت بدنی کافی، بهبود کارآیی جسمانی و سلامتی زنان با میانگین طبیعی شاخص‌های خونی را بدون نگرانی از عدم تعادل در این شاخص‌ها، به همراه داشته باشد.

قدردانی و تشکر

بدین وسیله محققین از کلیه پرسنل دانشکده علوم ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری و همین طور دانشجویان گرامی به خاطر همراهی و مساعدت در این مطالعه؛ کمال تشکر را دارند.

منابع

Ahmadigodini, S., Behpoor, N., & Tadibi, V. (2017). Effect of four weeks of endurance-resistance trainings with iron supplementation on some of hematological indices of active females. *Pajouhan Scientific Journal*, *16*(1), 49-55. **[Persian]**

Akabas, S. R., & Dolins, K. R. (2005). Micronutrient requirements of physically active women: what can we learn from iron? *The American Journal of Clinical Nutrition*, *81*(5), 1246-1251.

Alijani, A., & Hemmati, J. (2008). The effect of aerobic training along with iron supplementation on some blood constituents martyr Chamran University male students. *Harakat Journal*, *26*, **85-94. [Persian]**

Alikarami, H., Nikbakht, M., & Ghalavand, A. (2017). Effect of 8 weeks of continuous moderate intensity aerobic training on iron status in club-level football players. *The Horizon of Medical Sciences*, *23*(2), 129-133. **[Persian]**

Bahram, M. E., Pourvaghar, M. J., Mojtahedi, H., & Movahadi, A. R. (2015). The effect of 8 weeks of aerobic exercise training on some of cardiovascular endurance and body composition characteristics of male high school students in Kashan. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 2*(4), 90-100. **[Persian]**

Bauer, P., Zeissler, S., Walscheid, R., Frech, T., & Hillebrecht, A. (2018). Acute effects of high-intensity exercise on hematological and iron metabolic parameters in elite male and female dragon boating athletes. *The Physician and Sports Medicine*, *46*(3), 335-341.

Beard, J., & Tobin, B. (2000). Iron status and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, *72*(2), 594S-597S.

Brownlie, T., Utermohlen, V., Hinton, P. S., Giordano, C., & Haas, J. D. (2002). Marginal iron deficiency without anemia impairs aerobic adaptation among previously untrained women. *American Journal of Clinical Nutrition, 75*(4), 734-742.

Brownlie, T., Utermohlen, V., Hinton, P. S., Giordano, C., & Haas, J. D. (2004). Iron supplement benefits depend on stage of deficiency. *American Journal of Clinical Nutrition*, *79*, 437-443.

Brutsaert, T. D., Hernandez-Cordero, S., Rivera, J., Viola, T., Hughes, G., & Haas, J. D. (2003). Iron supplementation improves progressive fatigue resistance during dynamic knee extensor exercise in iron-depleted, nonanemic women. *American Journal of Clinical Nutrition*, *77*(2), 441-448.

Burke, L., & Dickin, W. (2000). *Clinical Sports Nutrition*. **1th Edition. Translated by: Naghei, M. R. Tehran, Hezardastan Publishing. 238-234. [Persian]**

Carin, R., & Amars, E. (1999). *Robinson's Nutrition Principles*. **1th Edition. Translated by: Fekri, N. Tehran, Publishing Salemi, 180-179. [Persian]**

Deruisseau, K. C., Roberts, L. M., Kushnick, M. R., Evans, A. M., Austin, K., & Haymes, E. M. (2004). Iron status of young males and females performing weight-training exercise. *Journal of Medicine Science in Sports Exercise*, *36*(2), 241-248.

Deugnier, Y., & Loréal, O. (2001). Abnormally high serum ferritin levels among professional road cyclists. *Journal of Medicine Science in Sports Exercise*, *34*, **876-880.**

Faramarzi, M., Gaeini, A. A., & Arjmand, M. (2013). The effect of the hourly hours on the response of mucosal immunity indexes of elite young male swimmers to a periodic swim activity. *Sport Physiology (Research on Sport Science), 5***(18), 23-38. [Persian]**

Gaeini, A., & Rajabi, H. (2008). *Physical fitness*. **4th Edition. Ministry of Culture and Islamic Guidance. [Persian]**

Haas, J. D., & Brownlie, T. (2001). Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. *The Journal of Nutrition*, *131***(2), 676S-690S.**

Hemati, J., & Alijani, E. (2007). Evaluation of effect of eight-week aerobic trainings with iron supplement on some blood composition of the male students of Shahid Chamran University of Ahvaz. *Harakat Journal*, *26*, **85-92. [Persian]**

Heyward, V. H. (2005). *Advanced fitness assessment & exercise prescription*. **Translated by: Gaieni, A. A., Rajabi, H., Hamedinia, M. R., & Azad, A. Tehran, Sahab Publication, 94-95. [Persian]**

Hinton, P. S., Giordano, C., Brownlie, T., & Haas, J. D. (2000). Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *Journal of Applied Physiology*, *88***(3), 1103-1111.**

Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. N. N. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise, 12***(3), 175-181.**

Keshavarz, S. A. (2005). *Compilation, Nutrition and diet of athletes.* **1th Edition. Tehran**, **Arish Publishing, 98. [Persian]**

LaManca, J. J., & Haymes, E. M. (1993). Effects of iron repletion on VO2max, endurance, and blood lactate in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 25***(12), 1386-1392.**

Landahl, G., Adolfsson, P., Borjesson, M., Mannheimer, C., & Rodjer, S. (2005). Iron deficiency and anemia: a common problem in female elite soccer players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 15***(6), 689-694.**

Martínez, A. C., Cámara, F. J. N., & Vicente, G. V. (2002). Status and metabolism of iron in elite sportsmen during a period of professional competition. *Biological Trace Element Research, 89***(3), 205-213.**

McClung, J. P., Karl, J. P., Cable, S. J., Williams, K. W., Nindl, B. C., Young, A. J., & Lieberman, H. R. (2009). Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of iron supplementation in female soldiers during military training: effects on iron status, physical performance, and mood. *The American Journal of Clinical Nutrition, 90***(1), 124-131.**

Mettler, S., & Zimmermann, M. B. (2010). Iron excess in recreational marathon runners. *European Journal of Clinical Nutrition, 64***(5), 490.**

Mielgo-Ayuso, J., Zourdos, M. C., Calleja-González, J., Urdampilleta, A., & Ostojic, S. (2015). Iron supplementation prevents a decline in iron stores and enhances strength performance in elite female volleyball players during the competitive season. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 40***(6), 615-622.**

Mirzaaghajani, A., Alikhani, H., Hojjati, Z., & Gharaat, M. A. (2015). Comparison of the effects of continuous and high intensity interval training on aerobic performance in elite male rowers. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 4***(7), 23-32. [Persian]**

Porcari, J. P., Bryant, C. X., & Comana, F. (2015). *Exercise physiology***. 1th Edition. Philadelphia: F. A. Davis Company.**

Ramezanpour, M. R., & Kazemi, M. (2012). Effects of aerobic training along with iron supplementation on the hemoglobin, red blood cells, hematocrit, serum ferritin, transferrin and iron in young girls. *Koomesh Journal*, *13***(2), 233-239. [Persian]**

Reinke, S., Taylor, W. R., Duda, G. N., Von Haehling, S., Reinke, P., Volk, H. D., ... & Doehner, W. (2012). Absolute and functional iron deficiency in professional athletes during training and recovery. *International Journal of Cardiology, 156* **(2), 186-191.**

Rubeor, A., Goojha, C., Manning, J., & White, J. (2018). Does iron supplementation improve performance in iron-deficient nonanemic athletes?. *Journal of Sport and Health Science*, *10***(5), 400-405.**

Schumacher, Y. O., Schmid, A., König, D., & Berg, A. (2002). Effects of exercise on soluble transferrin receptor and other variables of the iron status. *British Journal of Sports Medicine*, *36***(3), 195-199.**

Sheykh Aleslam, R., Abdollahi, Z., Jamsrudbeigi, E., Salehian, P., Malek Afzali, H. (2003). A study of the prevalence of anemia, iron deficiency, and iron deficiency anemia among of child bearing age omen (15-49) in iran's urban and rural areas. *Teb Va Tazkieh*, **47, 37-44. [Persian]**

Skarpanska-Stejnborn, A., Basta, P., Trzeciak, J., & SzczeSniak-Pilaczynska, L. (2015). Effect of intense physical exercise on hepcidin levels and selected parameters of iron metabolism in rowing athletes. *European Journal of Applied Physiology, 115***(2), 345-351.**

Siri, W. E., & Brozek, I. J. (1993). Body composition from fluid spaces and density. Washington, DC: *National Academy of Science. 9***(5), 480-491.**

Spodaryk, K. (2002). Iron metabolism in boys involved in intensive physical training. *Physiology & Behavior Journal, 75* **(1-2), 201-206.**

Tolkien, Z., Stecher, L., Mander, A. P., Pereira, D. I., & Powell, J. J. (2015). Ferrous sulfate supplementation causes significant gastrointestinal side-effects in adults: a systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, **10(2), e0117383.**

Woolf, K., Thomas, M. M. S., Hahn, N., Vaughan, L. A., Carlson, A. G., & Hinton, P. (2009). Iron status in highly active and sedentary young women. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 19***(5), 519-535.**

World Health Organization. (2015). Vitamin and mineral nutrition information system (VMNIS). *Anaemia Database by Country. Available online: http://www. who. int/vmnis/database/anaemia/countries/en/# E (accessed on 27 February 2017)*.

Zoller, H., Vogel, W. (2004). Iron supplementation in athletes—first do no harm. *Nutrition*, *20***(7), 615-619.**